



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**GEORREFERENCIAR SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VISANDO A
GESTÃO DAS DEMARCAÇÕES VIÁRIAS**

Francisco Fábio de Oliveira

MONOGRAFIA

BRASÍLIA
2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Francisco Fábio de Oliveira

**GEORREFERENCIAR SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VISANDO A
GESTÃO DAS DEMARCAÇÕES VIÁRIAS**

**Monografia de especialização em
Geoprocessamento Ambiental
apresentada a banca examinadora
do Instituto de Geociências como
exigência para a obtenção do título
de especialista em
Geoprocessamento**

Aprovada em 09 / 12 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Maristela Terto de Holanda (orientadora) _____

Prof. Dr. Henrique Llacer Roig _____

Prof. Dr. Juliano _____

Resumo

Este projeto tem por propósito georreferenciar sinalização horizontal de trânsito visando a gestão das demarcações viárias com foco nas principais sinalizações que compõe a via. O estudo indicado desenvolve modelagem de um banco de dados espaciais e implementa utilizando ferramentas SIGs para captura de feições a partir de visualização de ortofotos (Fotos aérea corrigida geometricamente). Na construção do produto de pesquisa são utilizadas metodologias e ferramentas já bastante conhecidas no mercado, sendo baseadas em *software* livre como QGIS e Banco de Dados PostgreSQL. Com base na fundamentação teórica e na metodologia aplicada, o projeto apresenta resultados quanto à modelagem e a criação de um *plug-in* para consultas relacionais e espaciais. A localização geográfica tem fundamental importância para sinalização de trânsito e o SIG nos ajuda a gerenciar o que conhecemos tornando simples a tarefa de organização e recuperação, manuseio e sintetização de sinalização de trânsito.

Palavras-chave: Sinalização; Georreferenciamento; Localização.

Abstract

This project has the purpose of georeferencing horizontal traffic signaling, aiming at the management of road demarcations focusing on the main signs that make up the road. The indicated study develops modeling of a spatial database and implements using GIS tools to capture features from orthophotos visualization (Aerial photos corrected geometrically). In the construction of the research product are used methodologies and tools already well known in the market, being based on free software like QGIS and PostgreSQL Database. Based on the theoretical basis and applied methodology, the project presents results regarding the modeling and creation of a plug-in for relational and spatial queries. Geographic location is fundamental for traffic signaling and GIS helps us to manage what we know, making the task of organizing and recovering, handling and synthesizing traffic signs simple.

Keyword: signaling, georeferencing, location

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Apresentação	10
1.2 Justificativa	10
1.3 Objetivos do Projeto	11
1.3.1 Geral	11
1.3.2 Específicos	11
1.4 Localização da Área	11
2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
2.1 Área Macro	12
2.2. Área específica	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Banco de Dados	14
3.1.1 modelagem OMT-G	14
3.1.2 Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB)	14
3.1.3 Linguagem SQL	15
3.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	15
3.3 Cartografia	16
3.4 Programação Python	16
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	17
4.1 Definição do Escopo do Projeto	17
4.2 Informações Importantes para o Projeto	18
4.3 Modelagem de Dados Geográficos	18
4.3.1 Modelagem Conceitual OMT-G	19
4.3.2 Modelo Lógico e Físico	19

4.4 SGBD Utilizado.....	20
4.5 SIG Utilizado.....	20
4.6 Utilização de Geoserviços.....	21
4.7 Desenvolvimento de <i>Plug-in</i> para QGIS.....	21
4.7.1 Ferramentas Utilizadas	22
4.8 Arquivos de Referência	22
5. RESULTADOS e DISCUSSÕES	26
5.1 Implementação Banco de Dados	26
5.1.1 Dicionário de dados	27
5.2 Digitalização de Feições Vetoriais	27
5.2.1 Simbolização	28
5.3 <i>Plug-in</i>.....	29
6. CONCLUSÕES.....	31
7. BIBLIOGRAFIA	32
APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS	34

Lista de figuras

Figura 1: Vias Arteriais de Brasília criada com utilização do projeto.	12
Figura 2: Via N1 altura do SMU. Observa-se a sinalização utilizada.....	13
Figura 3: Início da via L2 Sul. Visualização de faixas de pedestres próxima a escola.	13
Figura 4: Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica. Fonte (CÂMARA, 2001). ...	16
Figura 5: Tela inicial do Software StarUML com extensão OMT-G.	19
Figura 6: Software de código aberto pgModeler utilizado na modelagem.	20
Figura 7: Tela Desktop QGIS versão 2.14.3.....	21
Figura 8: Interface do plug-in.	22
Figura 9: Vias da RA Brasília. Fonte (SEGETH).....	23
Figura 10: Lotes Registrados em Cartório. Fonte (SEGETH).	24
Figura 11: Escolas públicas e particulares de Brasília. Fonte (SEGETH).	25
Figura 12: Modelagem OMT-G do projeto.....	26
Figura 13: Modelo lógico e Físico Banco de Dados.	27
Figura 14: Resultado da digitalização via N1 com as ortofotos.....	28
Figura 15: Resultado da digitalização da via N1 sem as ortofotos.	29
Figura 16: Resultado da consulta faixas de pedestres via N1.	30
Figura 17: Consulta de faixas de pedestres próximo as escolas.....	30

Lista de Quadros

Quadro 1 - Metadados do arquivo Vias. Fonte (SEGETH).	23
Quadro 2 - Metadados dos lotes Brasília. Fonte (SEGEHT).	24
Quadro 3 - Metadados do arquivo escolas dos Distrito Federal. Fonte (SEGETH).	25

Lista de siglas e abreviaturas

CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código Brasileiro de Trânsito
DER	Departamento de Estrada e Rodagem
DETRAN-DF	Departamento de Trânsito do Distrito Federal
DF	Distrito Federal
GNU	<i>General Public License</i>
GPL	Licença Pública Geral
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
MER	Modelo Entidade Relacionamento
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
OGIS	<i>OpenGeodata Interoperability Specification</i>
OMT-G	<i>Object Modeling Technique for Geographic</i>
PHP	<i>Personal Home Page</i>
RA	Região Administrativa
SEGETH	Secretaria de Estado e Gestão do Território e Habitacional
SGDB	Sistema Gerenciado de Banco de Dados
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMU	Setor Militar Urbano
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
WGS84	<i>World Geodetic System</i>
WMS	Serviços de Mapa Web

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Os comentários feitos por CÂMARA e DAVIS (2001) “*Se onde é importante para seu negócio, então geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho.*” e o de LONGLEY, et. al (2013) “*Quase tudo que acontece, acontece em algum lugar. Saber o local exato pode ser fundamental.*” Introduzem o estudo empregado no projeto.

A localização geográfica de sinalização de trânsito é um importante atributo de atividades políticas, estratégicas e de planejamento. Saber o local exato onde acontece o problema na sinalização pode ser criticamente importante caso queira enviar alguém até lá.

Gerenciar estas sinalizações torna-se imprescindível tendo em vista aumento crescente da população e em consequência da frota de veículos, levando os gestores do sistema viário necessitarem cada vez mais de meios e ferramentas auxiliares para aproximar a tomada de decisão do objetivo pretendido.

A implantação de sinalização de trânsito e de dispositivo de segurança possibilita uma maior fluidez do tráfego e desempenha um papel essencial em relação à prevenção de acidentes de trânsito. A lei nº 9.503/1997 que institui o Código Brasileiro de Trânsito (CTB), dedicou um capítulo à sinalização de trânsito e em seu artigo 88 especifica que:

Art. 88. Nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação. (CTB, LEI nº 9.503/1997).

O presente projeto utiliza ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para solucionar problemas referentes à gestão nas revitalizações de vias. Estas ferramentas possuem instrumentos capazes de armazenar, manipular e editar dados gerando informações fundamentais para análise e compreensão.

Para georreferenciar a sinalização de trânsito, além da utilização de um SIG, é indispensável a modelagem de um banco de dados geográficos, tendo em vista a complexidade nas informações que serão armazenadas e manipuladas. Por meio desta modelagem será possível capturar informações do mundo real para o ambiente computacional.

1.2 Justificativa

Um dos desafios encontrados pelas instituições públicas é a forma de gerenciar adequadamente os serviços prestados aos cidadãos. Outro, como munir os gestores públicos de ferramentas e informações para que eles possam tomar decisões. É neste aspecto que entra a colaboração dos sistemas de informação geográfica, suprimindo a enorme dificuldade em administrar, ter um controle maior de quais sinalizações precisam ser revitalizadas, quais vias necessitam de alterações, entre outros possíveis relatórios para subsidiar a tomada de decisões.

Segundo o informativo nº 05/2015 da Estatística do DETRAN-DF, em 2014 ocorreram 7 atropelamentos com morte em faixas de pedestres. Houve um aumento de mais de 250% em relação ao ano de 2013 que teve 2 atropelamentos na faixa de pedestre. Das 406 vítimas mortas em 2014, 124 eram pedestres.

Diante dos fatos, é preocupante o aumento crescente de acidentes em faixas de sinalização de trânsito causadas por diversas motivações como problema na visualização, má conservação, deficiência na sinalização horizontal e (ou) vertical e até por ausência ou falha na implantação. Além de ser uma tentativa de resgatar a prática cultural de respeito às faixas de sinalização no Distrito Federal.

Outro problema refere-se ao material utilizado para revitalização de vias. Toda pintura tem certo tempo de garantia, muitas sinalizações estão aparentemente apagadas, isso pode ocorrer por sujeira, má qualidade da tinta utilizada ou simplesmente por ter ultrapassado o tempo ofertada pela empresa prestadora do serviço. Distinguir o real motivo da má visibilidade da sinalização é um fator primordial para a tomada de decisão.

1.3 Objetivos do Projeto

1.3.1 Geral

Georreferenciar sinalização horizontal de trânsito a partir de ortofotos (fotos aéreas corrigidas geometricamente) identificando cada sinalização presente nas vias urbanas do Distrito Federal.

1.3.2 Específicos

- a) Georreferenciar sinalização horizontal;
- b) Modelar Banco de Dados espaciais e relacionais;
- c) Digitalizar feições vetoriais com base em visualização de Serviços de Mapa Web (WMS);
- d) Criar um *plug-in* para o QGIS com finalidade de realizar consultas aos dados armazenados.

1.4 Localização da Área

O estudo concentra-se na Região Administrativa (RA) de Brasília utilizando a via N1 localizada no centro da Capital Federal e a via L2 Sul localizada na Asa Sul.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Área Macro

O Distrito Federal é dividido por Regiões Administrativas e cada RA tem seu limite físico. O estudo desempenhado no projeto limita-se a Região Administrativa de Brasília, por ser a região central do Distrito Federal e teoricamente conhecida por usuários que utilizam as vias urbanas no DF (LEI N° 4.545/64).

Inicialmente o projeto foi desenvolvido em áreas urbanas que é um espaço ocupado por uma cidade, caracterizado pela edificação contínua e pela existência de infraestrutura urbana. Neste trabalho, é utilizado apenas as vias urbanas arteriais de Brasília com jurisdição do Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN-DF).

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) lei 9503/92 juntamente com resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) define vias como:

- Via é a superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista calçada, acostamento, ilha e canteiro central.
- Classificação das vias de acordo com sua utilização sendo vias urbanas as ruas, avenidas ou caminho aberto à circulação pública, situada nas áreas urbanas, caracterizado principalmente por possuírem móveis edificados.
- Vias arteriais são definidas como vias caracterizadas por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, acessibilidade direta aos lotes na beira da via e às vias secundárias e, ainda, possibilitando o trânsito em regiões da cidade.

As vias arteriais da Figura 1 foram definidas pelo o DETRAN-DF na instrução N° 584 de 30 de outubro de 2013.

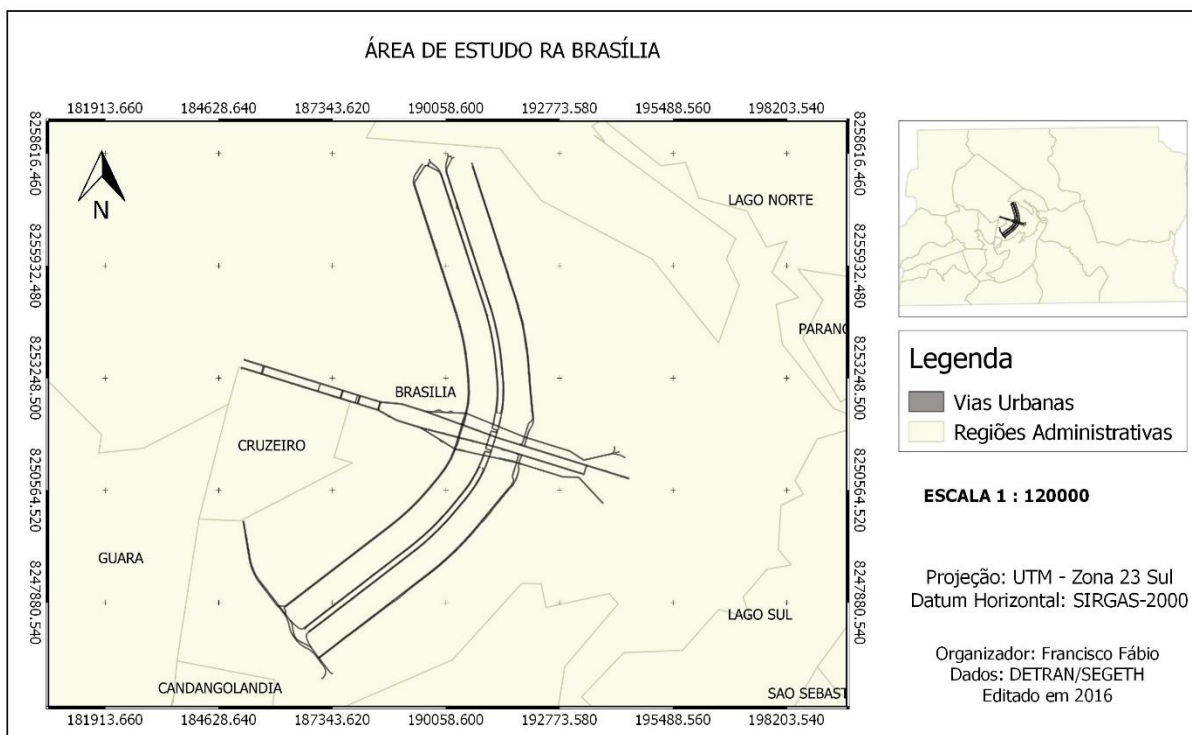


Figura 1: Vias Arteriais de Brasília criada com utilização do projeto.

2.2. Área específica

Dentre as vias arteriais de Brasília, é utilizada a via N1 como piloto neste projeto. A decisão de ter esta via como protótipo levou em consideração a sua localização geográfica, a grande quantidade de sinalizações presente ao longo de sua extensão, além de boa visualização para digitalização de feições vetoriais. A Figura 2 apresenta um trecho da via N1 onde é digitalizada as feições faixas de pedestres, retenção, aproximação, linha de bordo, linha seccionada e zebraado.



Figura 2: Via N1 altura do SMU. Observa-se a sinalização utilizada.

Via L2 Sul é utilizada para demonstração de revitalização de sinalização próxima à escola pela sua relevância geográfica e pelo acesso a grande número de centros de ensino da Região Administrativa em estudo. A Figura 3 traz o início da L2 Sul.



Figura 3: Início da via L2 Sul. Visualização de faixas de pedestres próxima a escola.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este projeto é embasado nas principais literaturas das geotecnologias publicadas recentemente, assim, possibilitando fundamentação consistente em todo o estudo.

3.1 Banco de Dados

Banco de dados é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico, ou seja, sempre que for possível agrupar informações que se relacionam e tratam do mesmo assunto, pode se dizer que se tem um banco de dados (ROB, 2011).

Para HEUSER (1998), banco de dados é: “*conjunto de dados integrados que tem por objetivo atender a uma comunidade de usuários.*”

3.1.1 modelagem OMT-G

Para implementação do banco de dados, utilizou-se de modelos conceituais, como OMT-G, para abstrair informações do mundo real a ser implementado em um banco de dados informatizados.

O *Object Modeling Technique for Geographic* (OMT-G) parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML) que é uma linguagem visual para especificação (modelagem) de sistemas orientados a objetos. A UML oferece representação gráfica para os elementos essenciais do paradigma de objetos como classe, atributos, objetos e troca de mensagens entre outros. (GUEDES, 2011)

A modelagem OMT-G introduz informações geográficas para modelar a geometria e topologia dos dados geográficos. Esse modelo é baseado em três conceitos principais: classe, relacionamentos e restrições de integridade espaciais que aumentam a capacidade de representação semântica do modelo, reduzindo assim a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual. (KARLA et. al, 2001)

3.1.2 Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB)

De acordo com ROB (2011), “O sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um conjunto de programas que gerenciam a estrutura do banco de dados e controlam o acesso aos dados armazenados”. E segundo HEUSER (1998), “sistema de gerenciamento de banco de dados é o software que agrupa as funções de definição, recuperação e alterações de dados em um banco de dados”.

O PostgreSQL é o SGDB utilizado no estudo por ser um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional de código aberto e por conter mais de 15 anos de desenvolvimento ativo e uma arquitetura que comprovadamente ganhou forte reputação de confiabilidade,

integridade de dados e conformidade a padrões. Além disso, é facilmente adicionado suporte para objetos geográficos por meio da extensão PostGIS que é compatível com os padrões *Open Geospatial Consortium*, oferecendo recursos como suporte a índice espaciais, suporte a geometria, suporte a manipulação de dados geográficos e centenas de funções para análise e tratamento de informações geográficas (POSTGRESQL e POSTGIS, 2016).

3.1.3 Linguagem SQL

A linguagem *Structured Query Language* (SQL) é padrão em banco de dados utilizada para manipulação de dados, ou seja, inserir, editar, atualizar e excluir informações de tabelas, além de permitir alterar estrutura do banco de dados. No projeto é utilizado gatilhos (bloco de códigos armazenados dentro do banco de dados para que seja executado automaticamente assim que uma instrução SQL for aplicada a uma tabela específica), funções (são rotinas que retornam valores ou tabelas em banco de dados) e outros recursos do PostgreSQL para manter a integridade dos dados. (HEUSER, 1998)

3.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Muitos autores apresentam o SIG como tecnologia de suporte tanto à ciência quanto à resolução de problemas usando conhecimento geral e específico da realidade geográfica. Mas LONGLEY et al (2013) faz um alerta para esta definição:

(...) “muitas definições de SIG têm sido sugeridas ao longo dos anos e nenhuma delas é inteiramente satisfatória. Atualmente, o rotulo SIG está ligado a muitas coisas, incluindo uma coleção de ferramentas de *software* para realizar certas funções bem definidas. (...) e seu significado certamente depende do contexto no qual é utilizado ” (LONGLEY et. al, 2013).

Este projeto utiliza a definição de SIG como a união de *hardware* e de *software* capazes de armazenar, analisar e processar dados Georreferenciados (TOSTO, 2014).

Para os autores DAVIS e CÂMARA (2001) independente de sua definição, a estrutura geral de um SIG segue componentes que se relacionam de forma hierárquica:

- I. Interface com usuário;
- II. Entrada e integração de dados;
- III. Funções de consulta e análise espacial;
- IV. Visualização e plotagem;
- V. Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

A Figura 4 indica o relacionamento dos principais componentes de um SIG.

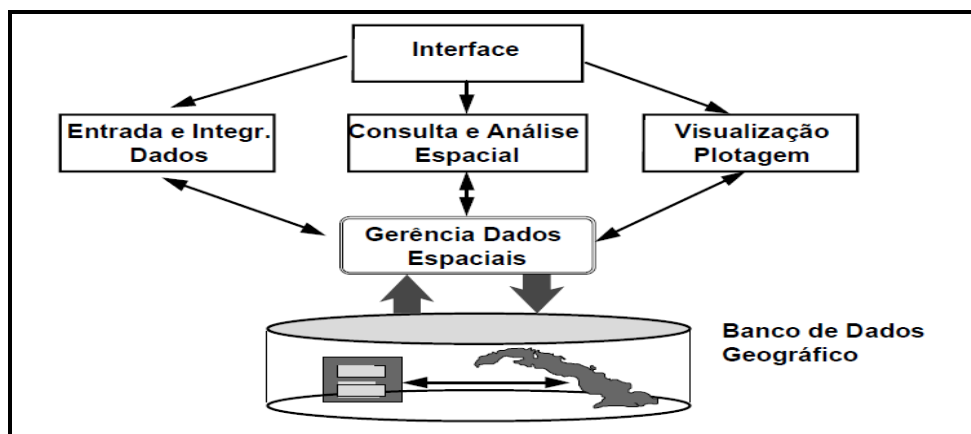


Figura 4: Estrutura Geral de Sistemas de Informação Geográfica. Fonte (CÂMARA, 2001).

Uma das vantagens de se usar um SIG é que ele pode trabalhar com imensas bases de dados e transformá-las em mapas, que serão analisados, individualmente, ou combinados com outros mapas e informações para gerar conhecimento estratégico (CÂMARA, 2001).

3.3 Cartografia

A Cartografia é área do conhecimento responsável pela elaboração e estudo dos mapas e representações cartográficas em geral. Sua aplicação preceder qualquer outra ferramenta. Em 1949, a Organização das Nações Unidas já conhecia a importância da Cartografia através da seguinte afirmação (IBGE, 1998):

"CARTOGRAFIA - no sentido lato da palavra não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas é a primeira ferramenta a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho" (IBGE, 1998).

Cartografia abrange o conjunto de estudo e operações científicas, artísticas e técnicas que, a partir dos resultados das observações diretas ou da exploração de documentações, visa à elaboração de mapas. Reúne as atividades que vão desde o levantamento de campo ou pesquisa bibliográfica, até a impressão definitiva e a publicação do mapa elaborado (ICA, 2016).

3.4 Programação Python

Python é uma linguagem de programação livre e multiplataforma. Isso significa que os programas escritos em uma plataforma serão executados sem nenhum problema na maioria das plataformas existente. Além disso, suporta os paradigmas orientados a objetos, imperativo, funcional e procedural. Uma de suas principais características é permitir a fácil leitura do código e exigir poucas linhas de comando (PYTHON, 2016).

A escolha da linguagem Python deu-se, pois, a mesma foi projetada com a filosofia de enfatizar a importância do esforço do programador sobre o esforço computacional, priorizando a legibilidade do código sobre a velocidade ou expressividade, combinando uma sintaxe concisa e clara com os recursos poderosos de sua biblioteca padrão. Além disso, é a linguagem recomendada para desenvolver *plug-in* para o QGIS (QGIS, 2016).

4. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para construção do produto da pesquisa do trabalho são utilizadas metodologias e ferramentas que auxiliam na modelagem do problema, como definir o escopo do projeto e só então partir para modelagem do dado geográfico. O projeto valeu-se de métodos já conhecidos no mercado para chegar ao produto final que é construção do banco de dados geográficos e um *plug-in* para consultas.

4.1 Definição do Escopo do Projeto

O projeto terá como objetivo principal georreferenciar sinalização horizontal de trânsito que são demarcações horizontais pintadas sobre o pavimento das vias com finalidade de organizar o fluxo de veículos e pedestres. O trabalho aborda as principais marcações viárias presente nas vias sendo faixas de pedestres, lombada, zebra, linha de eixo que pode ser tracejada ou contínua, retenção e aproximação.

Para georreferenciar sinalização de trânsito será utilizado como base as ortofotos (fotos aéreas corrigidas geometricamente) do Distrito Federal de 2009 a 2015 disponibilizada pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN). Portanto, a partir da visualização das sinalizações nas ortofotos poderão ser digitalizadas suas feições.

Através de recursos de banco de dados como funções espaciais e gatilhos, pretende-se coletar atributos presentes em cada feição. Por exemplo, ao criar uma faixa de pedestre, o banco de dados automaticamente irá recuperar o nome da via onde ela está localizada, o endereço mais próximo e mais informações que forem necessárias. As características e dimensões das sinalizações serão configuradas conforme o manual brasileiro de sinalização de trânsito (CONTRAN, 2007).

O banco de dados será composto por tabelas espaciais que serão as sinalizações e as tabelas relacionais que consistem em dados necessários para a gestão das sinalizações horizontal, o que envolve empresas prestadoras de serviços, materiais utilizados para revitalização e lotes para identificar as regiões administrativas.

Com as sinalizações georreferenciadas, será possível fazer estimativa de quanto custará para revitalizar uma determinada via, uma faixa de pedestre, dentre outras sinalizações. Será possível, também, utilizar em campanhas do órgão executor de sinalização. Por exemplo, a campanha “volta à escola” que o Detran realiza, através de uma consulta para visualizar apenas as faixas de pedestres que estão próximo às escolas e que precisam ser revitalizadas.

Para isso, pretende-se desenvolver um *plug-in* em Python onde será possível visualizar as consultas e representar no mapa. O projeto tem propósito de utilizar somente *software* livre como a ferramenta QGIS para manipulação de dados geoespaciais e, também, utilizar a extensão PostGIS no PostgreSQL.

4.2 Informações Importantes para o Projeto

Para melhor compreensão do estudo deste trabalho, são apresentadas algumas informações relevantes sobre o Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN-DF).

- I. **Jurisdição:** As competências do Departamento de Trânsito do DF - Detran/DF, dentro da sua circunscrição está prevista nos artigos 22 e 24 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) (Lei 9.503/97). Estes artigos são divididos entre Estados e Municípios respectivamente, no entanto, o Distrito Federal não é subdividido em Municípios, por isso o Detran/DF acumula as duas competências. No caso, a alçada em relação ao Art. 24 incisos III (*“implantar, manter e operar o sistema de sinalização, os dispositivos e os equipamentos de controle viário”*) seria responsabilidade dos Municípios.
- II. **Circunscrição:** Decreto Nº 33.741, de 28 de junho 2012 regulamentou as normas viárias em âmbito do Distrito Federal. Conforme o Decreto, o sistema viário do DF se dividi em vias Urbanas e DFs (rodovias), sendo as vias Urbanas responsabilidade o DETRAN-DF e as DFs do Departamento de Estrada e Rodagem (DER). Em relação às vias urbanas, compete ao DETRAN-DF o previsto no Art. 24 do CTB, portanto problemas relacionado a estrutura da via não é de sua competência. Exemplo, Buraco nas vias.
- III. **Material utilizado para revitalizar vias:** Noventa por cento dos serviços de revitalização de vias urbanas do DF são terceirizados e por força contratual as empresas contratadas são obrigadas a oferecer garantia dos serviços de sinalização empregado.
A garantia varia de acordo com o material utilizado podendo ser pintura a fria que não precisa passar por nenhum tratamento ou pintura quente que precisa ser elevada a alta temperatura para poder ser aplicado. A pintura fria se dividi em Acrílica Manual e Acrílica Automática. Já a pintura quente pode ser Termoplástico Extrudado e Termoplástico Hot Spray ambos com valores de implantação distintos.

4.3 Modelagem de Dados Geográficos

Para georreferenciar sinalização de trânsito é indispensável a utilização de banco de dados; neste estudo é modelado um banco de dados que usualmente ocorre em três etapas. A primeira etapa, a modelagem conceitual, procura capturar os requisitos de informações de um banco de dados. A segunda etapa, o projeto lógico, objetiva definir, em nível de SGBD, as estruturas de dados que implementarão os requisitos identificados na modelagem conceitual. A terceira etapa, o projeto físico, define parâmetros físicos de acesso ao BD, procurando otimizar a performance do sistema como um todo (HEUSER, 1998).

4.3.1 Modelagem Conceitual OMT-G

Para modelagem do dado geográfico utilizou-se o modelo OMT-G que tem como propósito simplificar e abstrair o entendimento do domínio através do Universo Conceitual onde o dado geográfico pode ser estudado segundo duas visões Geo-Campos e Geo-Objetos e do Universo de Representação onde são definidas as representações geométricas que estão ligadas a cada classe conceitual (CÂMARA, 1998).

O modelo Geo-Campo representa a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica num dado tempo. Por exemplo, as mudanças no uso e cobertura do solo, a sazonalidade da vegetação ou a dinâmica das variáveis climáticas. O modelo Geo-Objeto, utilizado neste projeto, representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis, onde cada entidade é determinada por uma fronteira fechada (CÂMARA, 1998).

Na modelagem geográfica é empregado a ferramenta StarUML 2, Figura 5, sob a Licença Pública Geral (GPL) juntamente com a extensão OMT-G.

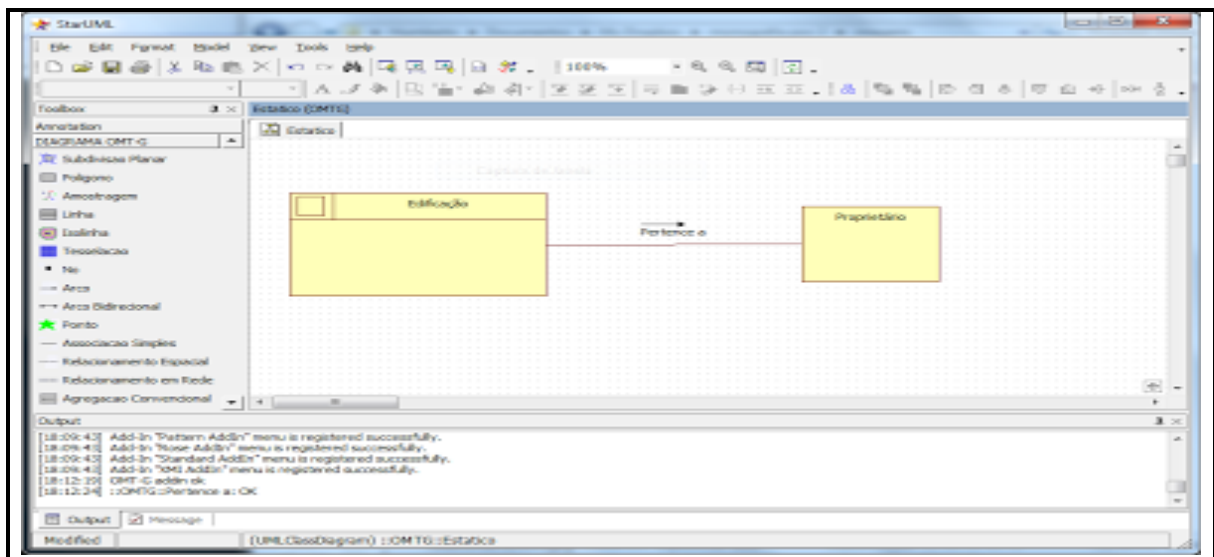


Figura 5: Tela inicial do Software StarUML com extensão OMT-G.

4.3.2 Modelo Lógico e Físico

Depois de concluir a primeira etapa de conceituação do banco de dados, foi preciso implementá-los com os modelos lógico e físico. Modelo lógico são modelos de dados que representa a estrutura de dados de um banco de dados conforme vista pelo usuário do SGBD. Já o modelo físico representa as estruturas de arquivos usadas no acesso às informações. Portanto, os modelos lógico e físico dependem do tipo particular de SGBD que está sendo usado (REUSER, 1998).

Para modelagem lógica e física é utilizado o *software* pgModeler, Figura 6, uma ferramenta de código aberto desenvolvida para criação de modelos de dados para o sistema de banco de dados PostgreSQL nas versões 9.0 a 9.5.

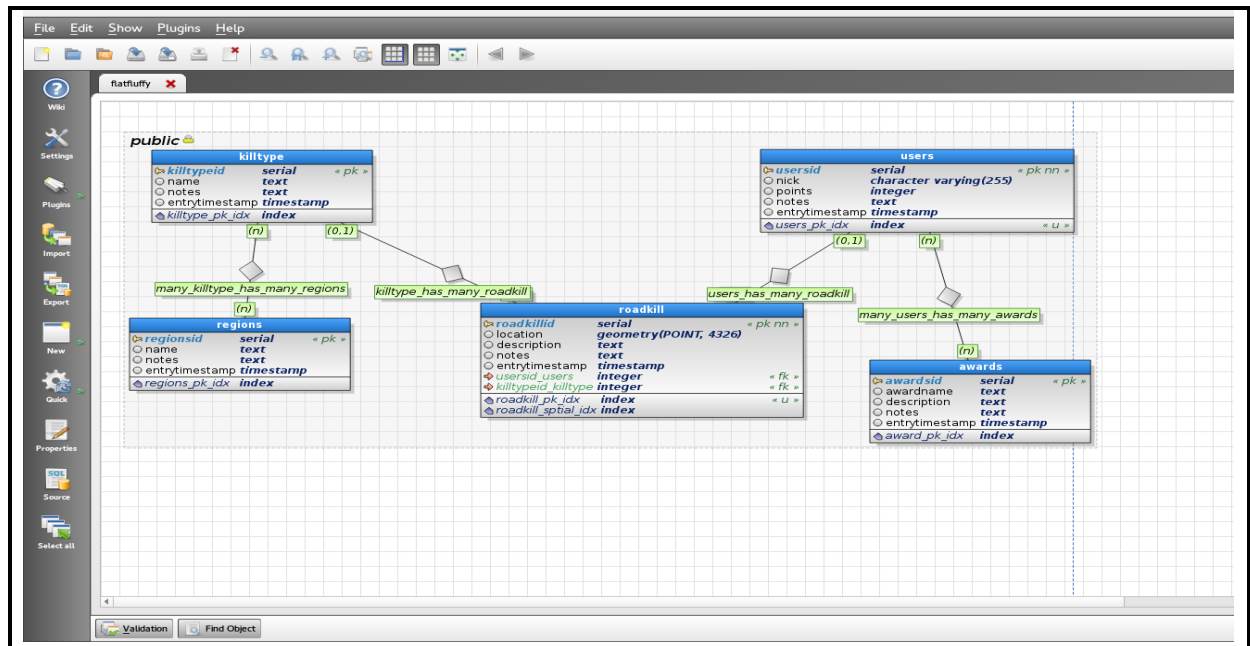


Figura 6: Software de código aberto pgModeler utilizado na modelagem.

4.4 SGBD Utilizado

A utilização de SGBD foi necessária para georreferenciamento de sinalização de trânsito pela grande quantidade de informações armazenadas.

O SGBD empregado no projeto é PostgreSQL, por razões já mencionadas no capítulo anterior. Como este gerenciador não vem com extensão GIS em sua instalação nativa, foi preciso incluir o PostGIS para trabalhar com informações geográficas. O SGBD disponibiliza uma interface gráfica para que seja possível incluir, alterar ou consultar dados previamente armazenados (POSTGRESQL, 2016).

4.5 SIG Utilizado

O projeto é executado com a ferramenta Quantum GIS por ser um Sistema de Informação Geográfica amigável, um Software Livre licenciado sob a “General Public License” (GNU). Ele é multiplataforma e roda em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suportando vários formatos vetoriais, raster, de banco de dados e outras funcionalidades. O QGIS fornece um número crescente de capacidades através de suas principais funções e complementos, além de ser possível visualizar, gerenciar, editar, analisar os dados e compor mapas impressos. A Figura 7 apresenta a tela do QGIS (QGIS, 2016).

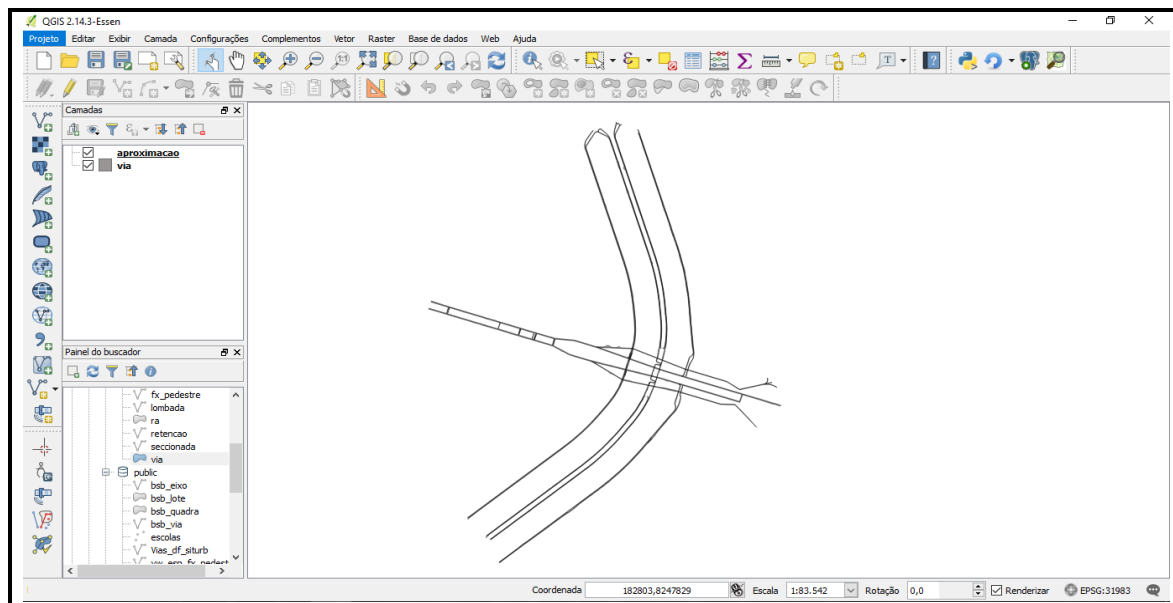


Figura 7: Tela Desktop QGIS versão 2.14.3.

4.6 Utilização de Geoserviços

Geoserviços são funcionalidades que permitem que o usuário acesse os dados e os metadados geoespaciais por meio de protocolos de comunicação pela internet. Um exemplo é o *Web Map Service* (WMS), que define um mapa como representação de informação geográfica em forma de arquivo digital de imagens adequadas para serem exibidas em tela de um computador. Normalmente, os mapas produzidos pelos serviços WMS são uma imagem no formato PNG, GIF ou JPEG (TOSTO, 2014).

Neste projeto é utilizado o WMS da CODEPLAN-DF que disponibiliza mosaicos de ortofotos (fotos aéreas corrigidas geometricamente) do Distrito Federal dos anos 2009, 2013, 2014 e 2015 no sistema geodésico de referência DATUM SIRGAS2000. Estas imagens aéreas são dotadas de alta resolução espacial de 0,50m, o que significa que são de melhor qualidade do que as disponíveis pelo Google ou outros servidores de mapas comerciais, além da qualidade dos dados terem sido validadas pelo poder público por meio da TERRACAP-DF (CODEPLAN-DF, 2016).

4.7 Desenvolvimento de *Plug-in* para QGIS

No QGIS, assim como em outras ferramentas SIG, é possível acrescentar funcionalidades úteis para o *software*, bem como escrever *scripts* para automatizar suas tarefas. O QGIS suporta *script* na linguagem Python pela sua popularidade e por ter sintaxe de fácil compreensão. (QGIS, 2016)

Após digitalização das feições utilizando Geoserviços da CODEPLAN e com as devidas tabelas referentes aos serviços de revitalizações preenchidas, podem-se extrair informações dos dados armazenados. O *plug-in* desenvolvido, Figura 8, tem por propósito facilitar consultas entre dados relacionais e espaciais.

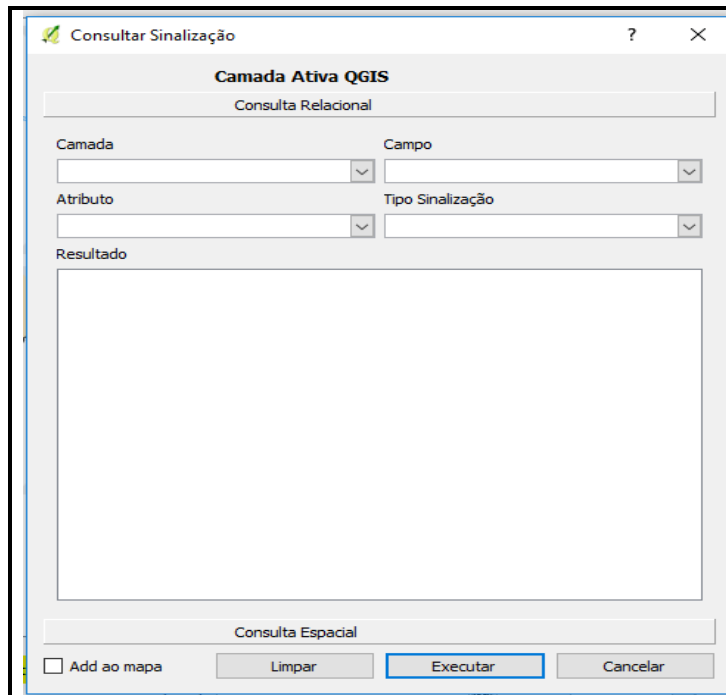


Figura 8: Interface do *plug-in*.

4.7.1 Ferramentas Utilizadas

Para desenvolver o *plug-in* foi preciso valer-se de alguns programas inerentes a sua construção, seguem algumas ferramentas empregadas no projeto.

- i. *Qt Designer* – Esta ferramenta que compõem o pacote de instalação do QGIS é empregada para projetar e construir a interface gráfica do usuário. Ela permite a criação de diálogos ou janelas principais completas usando formas na tela, sendo que é uma interface *drag-and-drop* simples, ou seja, arrastar e soltar (QT DESIGNER, 2016).
- ii. Eclipse – É uma plataforma de desenvolvimento de *software* livre extensível baseado em Java, porém suportam várias outras linguagens a partir de *plug-ins*. O *plug-in* utilizado para construir código Python foi PyDev (ECLIPSE. IBM, 2016).

4.8 Arquivos de Referência

O Arquivo de Referência é qualquer arquivo auxiliar utilizado como base para interpretar e traçar os limites das suas feições. Pode ser uma imagem de satélite, um mapa geológico, mapa através de geoserviços, curvas de nível ou arquivos de outros tipos (CÂMARA e MONTEIRO, 2001).

Neste trabalho, além de utilizar os ortofotos através de geoserviços ofertados pela CODEPLAN, já mencionado neste capítulo, foram necessários arquivos auxiliares como base para vetorização das vias.

A Figura 9 traz todas as vias de Brasília disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação do Distrito Federal (SEGETH). Estas vias foram produzidas

para outros fins, não trazendo em seus atributos características importantes como dimensão, largura e categoria das vias. No entanto, elas serviram como base para digitalização das vias arteriais do projeto.

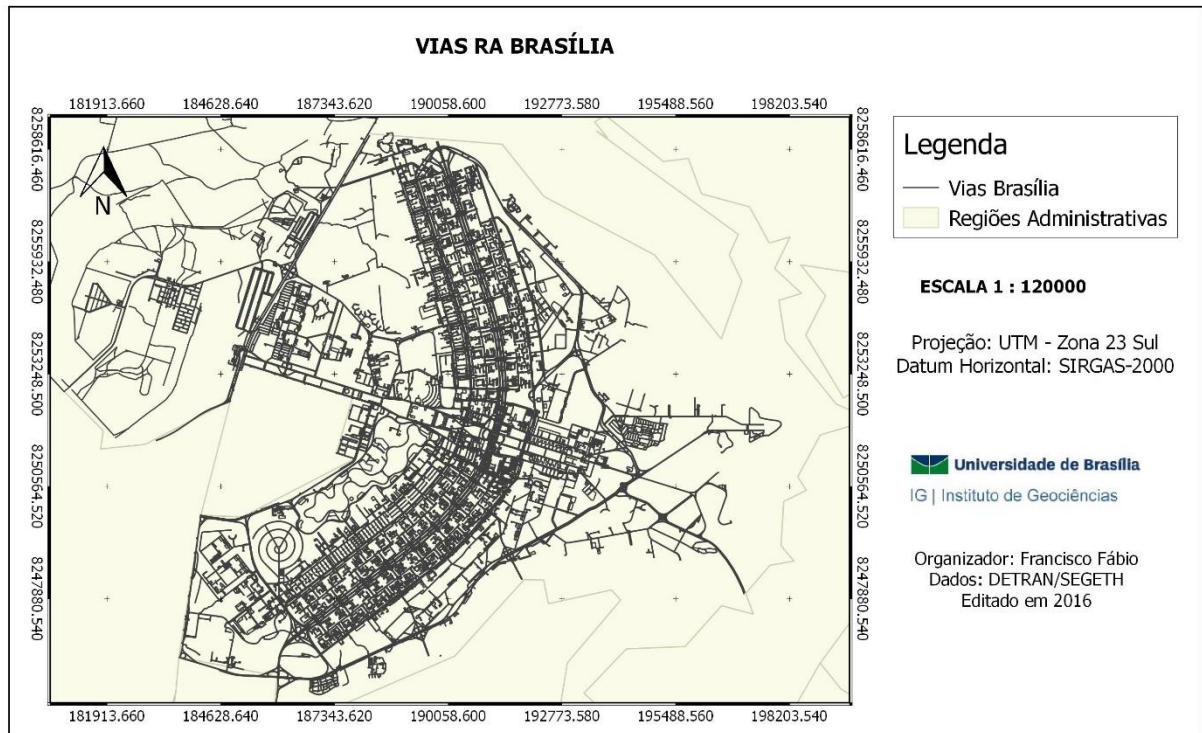


Figura 9: Vias da RA Brasília. Fonte (SEGETH).

O quadro 1 apresenta os metadados das vias da Região Administrativa de Brasília e suas dimensões territoriais. Este arquivo foi utilizado como base para digitalização das vias arteriais do projeto.

Quadro 1- Metadados do arquivo Vias. Fonte (SEGETH).

INFORMAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DO CDG	
Título	Via
Data	15/03/2012
Tipo de Data	Publicação: data de publicação do recurso
Formulário de Apresentação	Mapa Digital: mapa em formato vetorial ou matricial
Resumo:	Mapa apontando as vias de Brasília e suas dimensões territoriais.
Responsável	
Organização:	GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL - GDF-SEGETH - SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO DO TERRITÓRIO E HABITAÇÃO.
Função Autor:	autor do recurso.
INFORMAÇÃO DE SISTEMA DE REFERÊNCIA	
Sistema de Referência:	SIRGAS 2000
Projeção UTM – Zona 23 Sul.	
Status: Em execução. Os dados são atualizados de forma contínua.	

Além das vias, o trabalho faz uso de outro arquivo auxiliar, os lotes de Brasília. Por meio deste arquivo é possível preencher os campos do atributo endereço das sinalizações georreferenciadas.

Segundo a SEGETH-DF, o arquivo lotes de Brasília são endereços registrados em Cartório do Distrito Federal. Não possui precisão cartográfica, servindo apenas de referências quanto ao uso e ocupação. No entanto, apesar de não ter precisão cartográfica, esse arquivo, Figura 10, traz o endereço completo de cada lote, servindo assim ao propósito para encontrar o endereço mais próximo de uma determinada sinalização. O quadro 2 apresenta os metadados dos lotes (endereços) da Região Administrativa de Brasília.

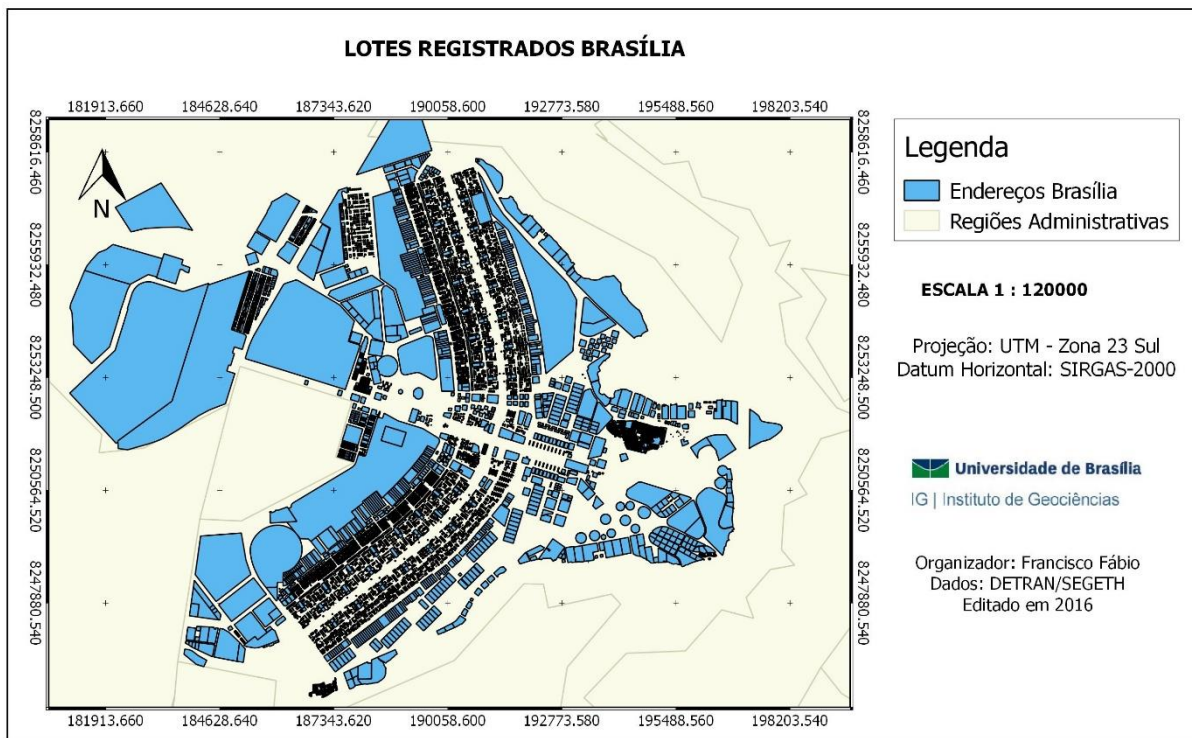


Figura 10: Lotes Registrados em Cartório. Fonte (SEGETH).

Quadro 2 - Metadados dos lotes Brasília. Fonte (SEGETH).

INFORMAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título Lote Registrado

Data 27/09/2016

Tipo de Data Atualização: data de identificação do exame, reexame e melhoramento do recurso

Formulário de Apresentação Mapa Digital: mapa em formato vetorial ou matricial

Resumo: Mapa apontando os lotes projetados e registrados em cartórios do Distrito Federal e suas dimensões territoriais. Não possui precisão cartográfica, servindo apenas de referência quanto ao uso e ocupação.

Responsável

Organização: GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL - GDF-SEGETH - SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO DO TERRITÓRIO E HABITAÇÃO

Função Autor: autor do recurso

INFORMAÇÃO DE SISTEMA DE REFERÊNCIA

Sistema de Referência: SIRGAS 2000

Projeção UTM - Zona 23 Sul

Status: Em execução. Os dados são atualizados de forma contínua.

No projeto, é possível realizar consultas espaciais para identificar sinalizações próximas a grandes centros de circulação populacional que teoricamente precisam ser revitalizadas. Para isso, é utilizado, inicialmente, apenas o arquivo geográfico escolas do Distrito Federal onde as sinalizações de trânsito necessitam de atenção especial em relação à renovação da marcação viária.

O arquivo auxiliar escolas, Figura 11, é composto por instituições de ensino público e particulares do Distrito Federal. Sua tabela de atributos contém informações relevantes como ponto geográfico, nome dos colégios, dentre outros atributos. O quadro 3 apresenta os metadados desse arquivo e informações sobre atualização dos dados.

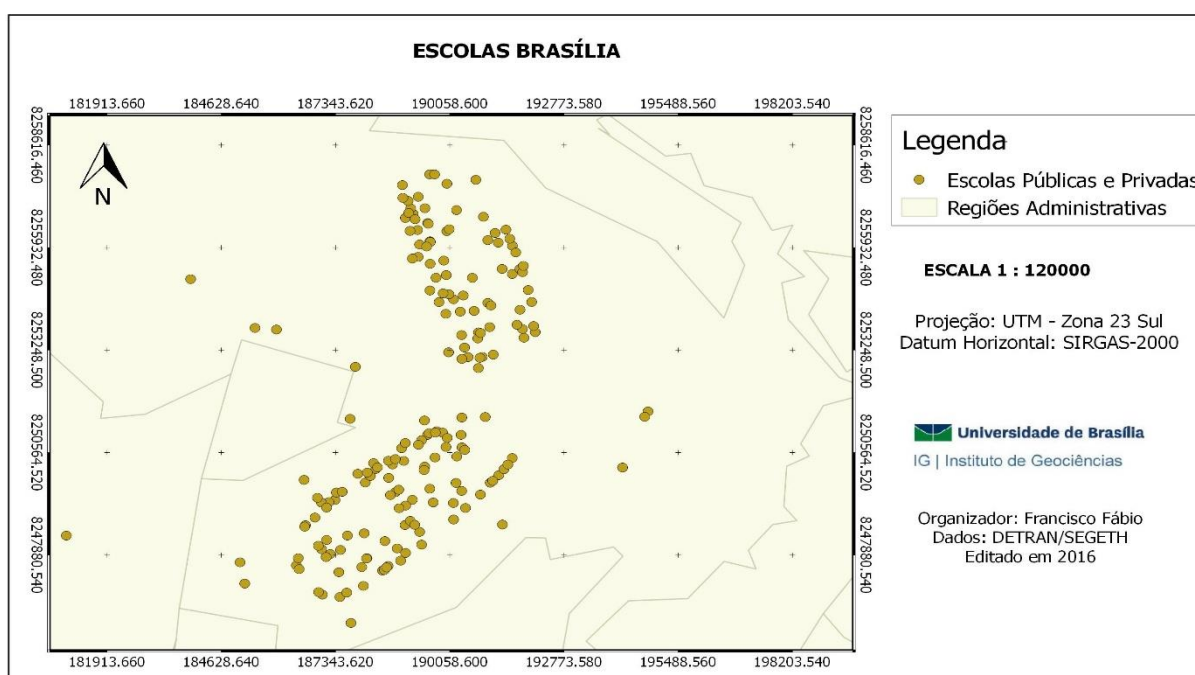


Figura 11: Escolas públicas e particulares de Brasília. Fonte (SEGETH).

Quadro 3 - Metadados do arquivo escolas dos Distrito Federal. Fonte (SEGETH).

INFORMAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DO CDG	
Título	Escolas
Data	05/10/2015
Tipo de Data Atualização:	data de identificação do exame, reexame e melhoramento do recurso
Formulário de Apresentação	Mapa Digital: mapa em formato vetorial ou matricial
Resumo:	Mapa apontando as escolas do Distrito Federal e suas dimensões territoriais.
Responsável	
Organização:	GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL - GDF-SEGETH - SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO DO TERRITÓRIO E HABITAÇÃO
Função Autor:	autor do recurso
INFORMAÇÃO DE SISTEMA DE REFERÊNCIA	
Sistema de Referência:	SIRGAS 2000
Projeção UTM – Zona 23 Sul.	
Status: Em execução. Os dados são atualizados de forma contínua.	

5. RESULTADOS e DISCUSSÕES

Com base nos estudos apresentados na fundamentação teórica e na metodologia utilizada, este capítulo apresenta resultados com análise aos dados coletados e outros obtidos a partir de consultas aos elementos armazenados proveniente da digitalização vetorial de feições do projeto.

5.1 Implementação Banco de Dados

A implementação do banco de dados seguiu os preceitos citados na bibliografia. Primeiro, definiu-se o escopo do projeto, até onde precisava coletar dados. Em seguida, houve a modelagem do problema utilizando modelagem conceitual OMT-G.

A modelagem OMT-G permitiu definir os *Geo-Objetos* no modelo conceitual, abstrair informações do mundo real para o mundo virtual, com isso, definir a representação geográfica de cada sinalização conforme sua característica real.

A partir da modelagem OMT-G, Figura 12, iniciou a implementação do banco de dados presente na Figura 13.

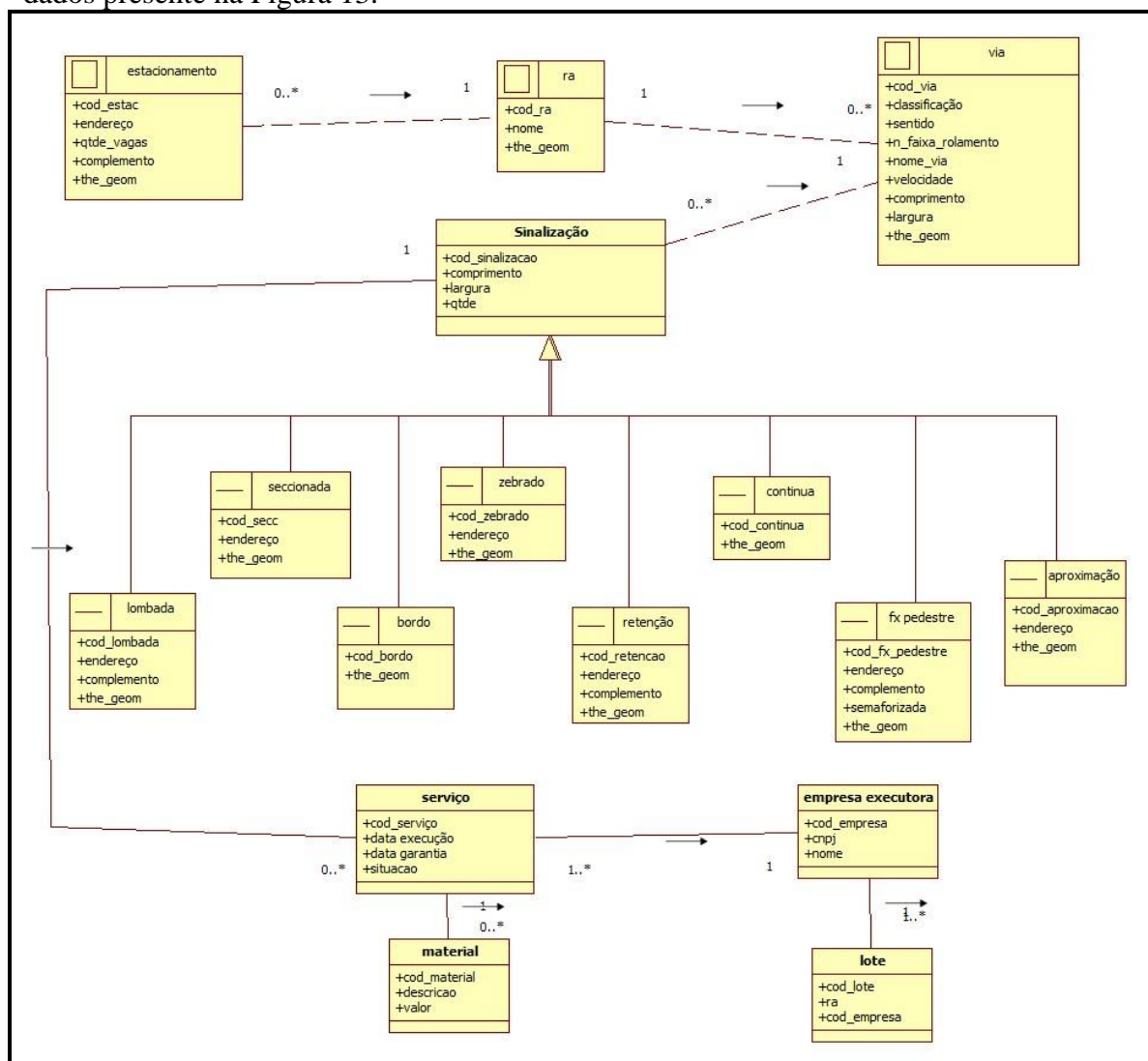


Figura 12: Modelagem OMT-G do projeto.

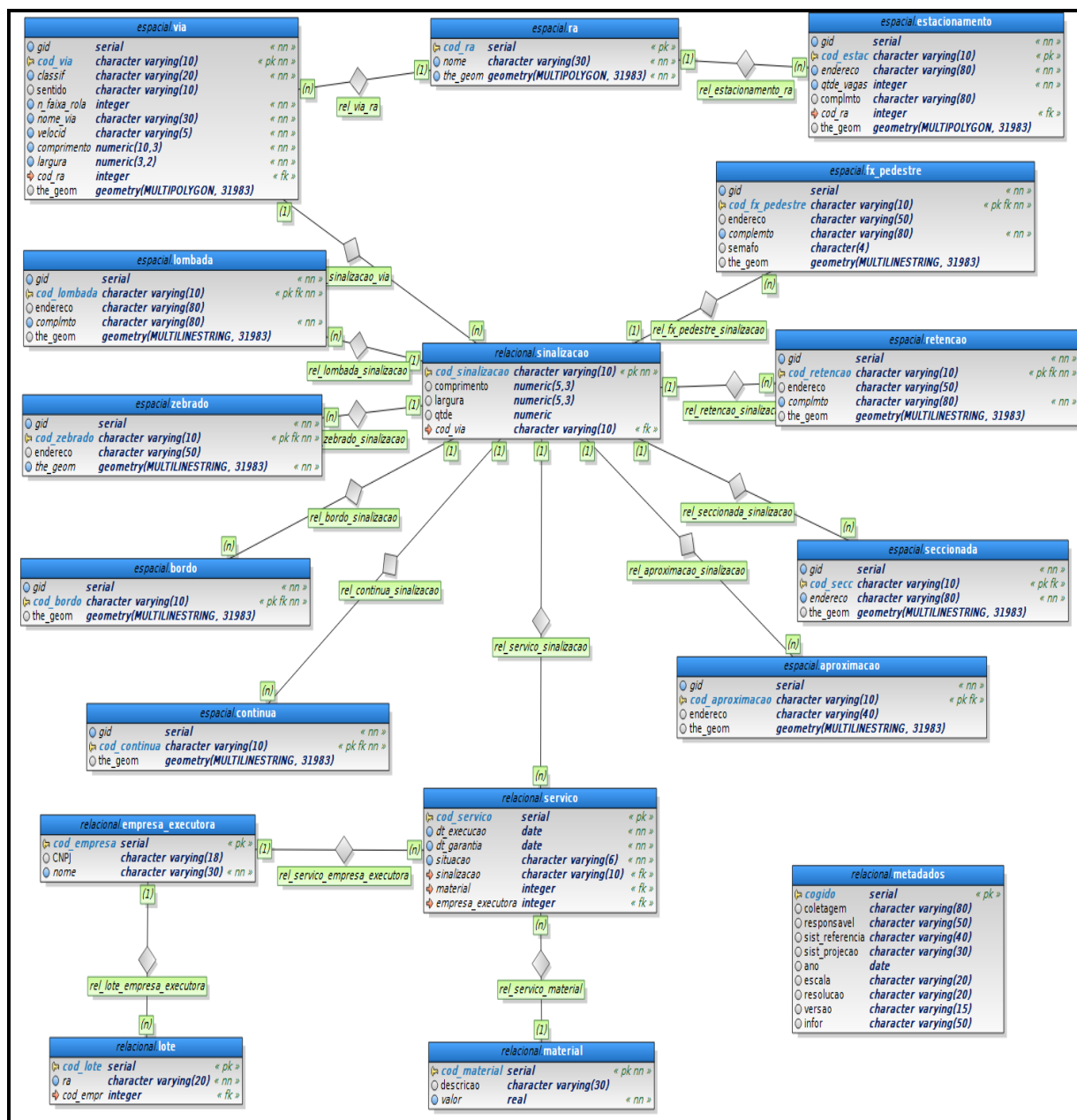


Figura 13: Modelo lógico e Físico Banco de Dados.

5.1.1 Dicionário de dados

Junto com o modelo conceitual, é necessário que se mantenha um documento com explicação de todos os objetos nele contidos. Este documento permite obter informações sobre todos os artefatos do modelo de forma textual, contendo explicações difíceis de incluir no diagrama.

A primeira versão do dicionário de dados do projeto se encontra no Apêndice A.

5.2 Digitalização de Feições Vetoriais

Na digitalização das sinalizações de trânsito foi utilizado ortofotos do Distrito Federal coletadas em 2015 como base para vetorização das feições. A concepção em

relação a essa vetorização é facilitar ao máximo preenchendo automaticamente campos nos quais os atributos não variam, sendo necessária interferência do digitalizador apenas em caso meramente indispensável para identificação da feição. Por exemplo, atributos referentes à metragem das sinalizações são preenchidos de forma automática, já informações que se refere ao complemento de endereços é preciso lançar manualmente.

Os endereços das sinalizações são preenchidos automaticamente utilizando como base arquivos auxiliares de lotes registrados e disponibilizados pela SEGETH-DF. O método para capturar esses endereços leva em consideração à distância da feição criada para os endereços do arquivo usado como referência, portando através de função espacial, cria-se um buffer de 200 metros de cada feição e só depois coleta o endereço mais próximo.

O trabalho faz uso do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000 com projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) nas digitalizações das feições e consultas espaciais.

5.2.1 Simbolização

Após criar as camadas, foi atribuída simbolização específica a cada uma para que elas fiquem idênticas às sinalizações e características adotada pelo DETRAN-DF. Essa simbolização é salva como padrão utilizando recursos do QGIS no banco de dados do projeto, assim, toda vez que as camadas forem adicionadas ao SIG, será carregado automaticamente o mapa de simbolização.

A Figura 14 representa o resultado da digitalização da via N1 altura do Palácio do Planalto com visualização das ortofotos. Já a Figura 15, mostra a mesma via, mas sem as ortofotos. Na digitalização das feições foi utilizado escala de visualização de 1:600 metros.



Figura 14: Resultado da digitalização via N1 com as ortofotos.

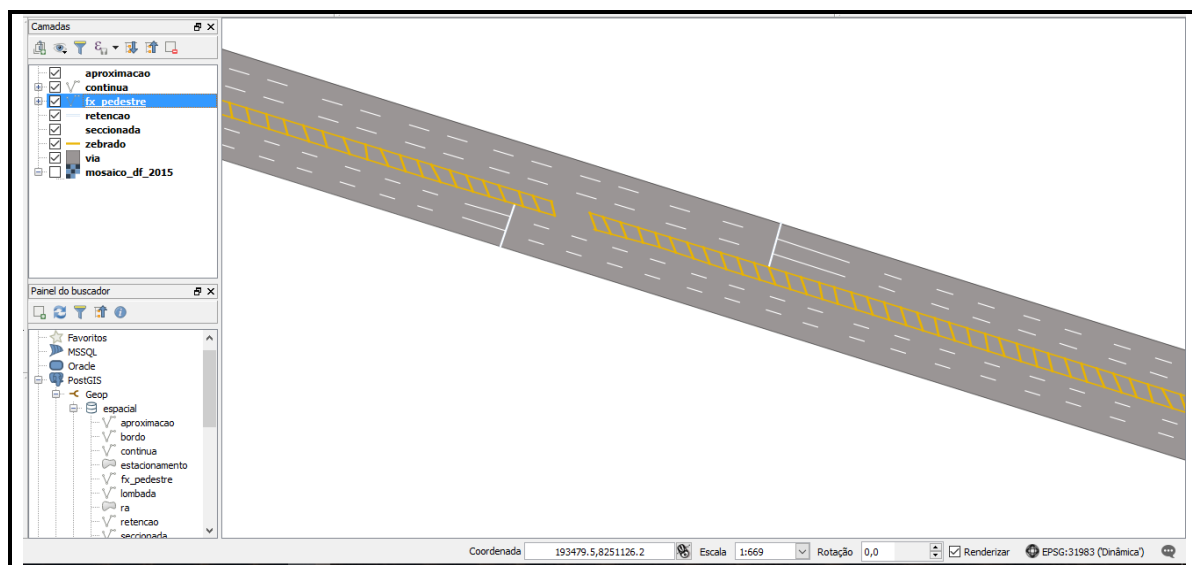


Figura 15: Resultado da digitalização da via N1 sem as ortofotos.

5.3 Plug-in

Depois do inventário de sinalização pronto e com as informações das revitalizações lançada na tabela de serviço, pode-se fazer consultas em cima destes dados. A finalidade do *plug-in* apresentado é justamente fazer consultas relacionais utilizando relacionamentos entre tabelas e consultas espaciais empregando regras topológicas.

Na opção consulta relacional, é possível saber a quantidade de uma determinada sinalização em uma via, assim como a metragem, valor para pintar e o último material utilizado para revitalizá-las. Além disso, é possível saber quanto custa para revitalizar toda via.

O *plug-in* ainda apresenta opção de visualizar consultas diretamente no mapa. Quando esta opção é marcada e executada, cria-se uma camada temporária no QGIS, após fechar a ferramenta, a *layer* é destruída.

Por exemplo, na Figura 16, quero saber quanto custa para renovar as faixas de pedestres da via N1. E se também quiser ver o resultado no mapa basta acionar o botão add ao mapa.

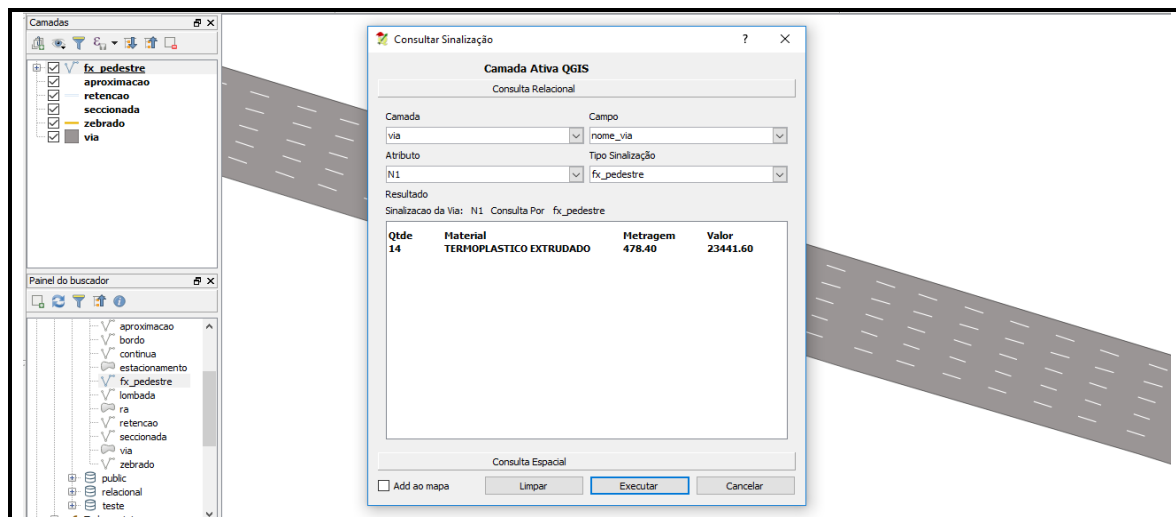


Figura 16: Resultado da consulta faixas de pedestres via N1.

Na opção consulta espacial do *plug-in*, é possível saber se uma determinada sinalização está fora do prazo de garantia, e, portanto, precisando renovar sua pintura. Esta consulta utiliza análise espacial para identificar a sinalização mais próxima da referência indicada.

A referência que é mencionada no parágrafo anterior são arquivos auxiliares geográficos que é empregado na análise espacial entre a sinalização pesquisada e a referência. O arquivo utilizado no projeto se refere às escolas públicas e privadas do Distrito Federal com várias informações como endereço, telefone entre outras. Apesar do trabalho conter apenas o arquivo auxiliar escola, poderá ter outros como igreja, parada de ônibus e outros.

A Figura 17 traz um exemplo de consulta onde se quer saber quais as faixas de pedestres de Brasília próximo a 100 metros de escolas até uma determinada data, no caso 2 de fevereiro de 2017, precisam ser revitalizadas.

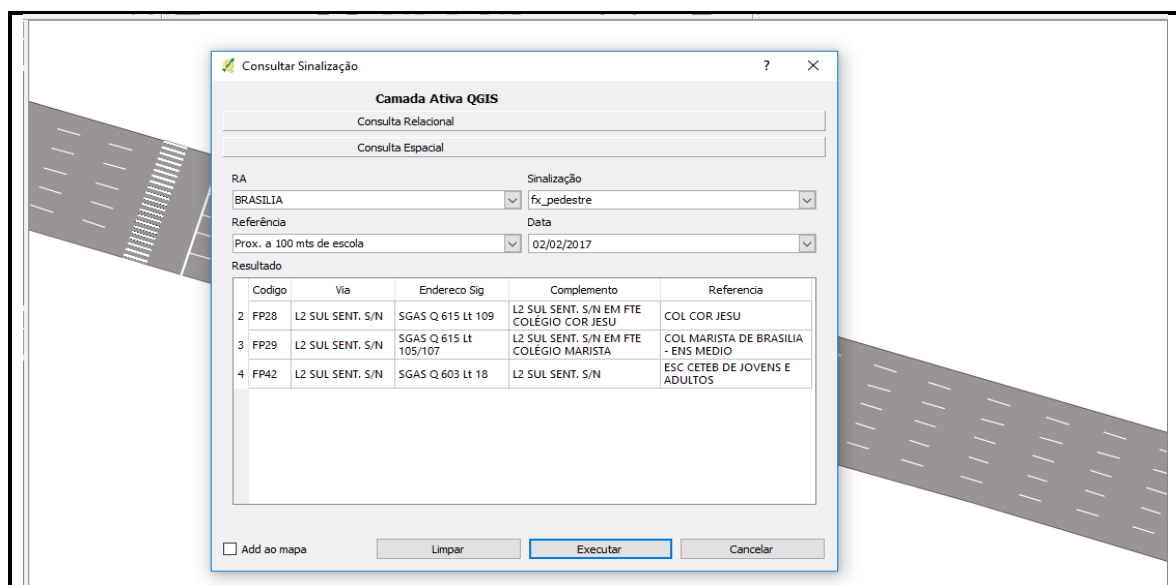


Figura 17: Consulta de faixas de pedestres próximo as escolas.

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que a localização geográfica das sinalizações de trânsito representa relevância para resolução de um problema e que a utilização de sistemas de informação geográfica auxilia no gerenciamento do que conhecemos tornando simples a tarefa de organização e recuperação, manuseio e sintetização das revitalizações de vias.

Este projeto fez uso de modelagem de banco de dados e SIG para georreferenciar sinalização horizontal de trânsito contribuindo de forma inteligente na gestão das sinalizações. Com a utilização do estudo apresentado, os gestores terão acessórios essenciais para aproximar a tomada de decisão do objetivo pretendido.

Com georreferenciamento de sinalização horizontal de trânsito, problemas relacionados às sinalizações presente nas vias serão solucionados, tendo em vista que cada feição tem identificação única além de sua geolocalização. Assim, o departamento de trânsito poderá passar informações fidedignas das sinalizações nas vias urbanas. Por exemplo, quantidade de faixas de pedestres em uma determinada via.

O departamento competente pela sinalização terá meios de auxiliar na elaboração de edital para contratação de empresas terceirizadas que executam serviços de sinalização, pois a metragem para revitalização de uma via ou até mesmo de toda região administrativa poderá ser obtida por meio de consultas aos dados Georreferenciados. Podendo ainda gerenciar a garantia ofertada nos serviços realizados nas vias.

É possível, ainda, através do *plug-in* desenvolvido, realizar consulta espacial para campanhas de renovação de pinturas, como “volta à escola” que o departamento de trânsito realiza no início do ano para revitalizar as faixas de pedestres próximo à centro de ensino. Além desta consulta, podem ser realizadas outras consultas bastando adicionar o arquivo de referência pretendido.

Ficam como dica para futuro estudos desenvolver um programa para atuar especificamente nos dados relacionais com funcionalidades para lançar diários de obras após revitalização das sinalizações. E, também, aumentar o leque de sinalizações empregado neste projeto, tendo em vista que o utilizado no presente estudo foram as principais sinalizações que compõem uma via.

Por fim, o estudo buscou através de utilização de sistemas de informação geográfica solucionar problemas presente nas vias gerenciando adequadamente sinalizações de trânsito. Além de ser mais uma tentativa de reduzir os acidentes que envolvem diretamente demarcações viárias e em consequência resgatar a prática cultural de respeito às faixas de sinalizações em Brasília.

7. BIBLIOGRAFIA

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. 2. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE. 2001. p.2.1-2.35.

CÂMARA, Gilberto, DAVIS, Clodoveu, e MONTEIRO, Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais – INPE – São José dos Campos, 2001.

CÂNDIDO, Carlos H. **Sobre Ferramenta brModelo**. Disponível em: <<http://sis4.com.brModelo>>. Acessado em: 01 de outubro de 2016.

CASANOVA, Marcos. CÂMARA, Gilberto. DAVIS, Clodoveu. VINHAS, Lúbia. QUEIROZ, Ribeiro. **Banco de Dados Geográfico** – INPE. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados>>. Acessado em: 10 de novembro de 2016.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). **Sinalização Horizontal / Contran-Denatran**. 1ª ed. – Brasília, 2007. 128p. il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito; 4)

ECLIPSE, IBM. **Plataforma de Desenvolvimento**. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/os-eclipse-platform>>. Acessado em 20 de junho de 2016.

Geoserviços. **Utilização de WMS**. Disponível em: - <<http://www.codeplan.df.gov.br/component/content/article/331-geo-servico/306-geo-servico.html>>. Acessado em: 20 de setembro de 2016.

GUEDES, Gilleanes T. A. **UML 2: uma abordagem na prática** / Gilleanes Guedes T. A. – 2. Ed. – São Paulo: Novatec Editora, 2011. 484 pag.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto Banco de Dados** [recurso eletrônico] / Carlos Alberto Heuser. – 6.ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009

IBGE, **Noções Básicas de Cartografia**. Diretoria de Geociências – DGC – Rio de Janeiro – 1998. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 02 de novembro de 2016.

ICA, **Instituto de Cartografia Aeronáutica**. Av. General Justo, 160 - Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <<http://www.fab.mil.br>>. Acessado em: 27 de dezembro de 2016.

LONGLEY, Paul A. ...[et. al.]. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. [tradução: André Schneider... et al.]; revisão técnica: Heinrich Hasenack, Eliseu José Weber. – 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013. xx, 540p.

OPEN GIS CONSORTIUM. **OpenGIS Simple Features Specification for SQL** - Revision 1.1. Ano 1999. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. Acessado em: 30 de outubro de 2016.

POSTGIS. **Documentação Postgis**. Disponível em <<http://www.postgis.net>>. Acessado em: 24 de outubro 2016.

POSTGRESQL, **Documentação PostgreSQL**. Disponível em <<https://www.postgresql.org.br/docs>>. Acessado em: 24 de outubro 2016.

PYTHON, **Documentação Python**. Disponível em: <<http://wiki.python.org.br/DocumentacaoPython>>. Acessado em 06/11/2016.

QGIS, **Sistema de Informação Geográfico, Comunidade Qgis**. Disponível em: <<http://qgisbrasil.org/>>. Acessado em: 24/02/2016.

QGISBRASIL, **Comunidade QGisBrasil**. Disponível em: <<http://qgisbrasil.org/>>. Acessado em: 25 de outubro de 2016.

QT DESIGNER, **Desenvolvimento de Interfaces**. Documentação disponível em: <<http://doc.qt.io/qt-4.8/designer-manual.html>>. Acessado em: 10 de setembro de 2016.

ROB, Peter. **Sistemas de banco de dados: projeto, implementação e gerenciamento**/ Peter Rob, Carlos Coronel; tradução All Tasks. – São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SILVA, Raphael A. e. **Modeler Banco de Dados**. Disponível em: <<http://pgmodeler.com.br>>. Acessado em: 01 de outubro de 2016.

STARUML. **Modelador de Software**. Download disponível em: <<http://staruml.io>>. Acessado em: 03 de outubro de 2016.

TOSTO, Sérgio Gomes ... [et al.]. **Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde** - Brasília, DF: Embrapa, 2014. 248 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
RA	RA significa Regiões Administrativa do Distrito Federal.			1.0	Polígono	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Cod_ra	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Nome	Char	40	Nome da região administrativa.	Preencher	Exemplo: Brasília, Gama...	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da ra, Multipolygon SRID 31983.	Preencher	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
ESTACIONAMENTO	Local onde é permitido estacionar conforme normas gerais de circulação e conduta.			2.0	Polígono	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_estac	Char	10	Código para identificar estacionamento.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Local do estacionamento.	Preencher	-	Não nulo
Complemento	Char		Complemento do Endereço	Preencher	-	Nulo
Qtde_vagas	Int	11	Quantidade de vagas do estacionamento.	Preencher	Total incluindo as vagas preferencial.	Não nulo
Cod_ra	Int	11	Código da Região Administrativa	Automático	Chave Estrangeira da Classe Ra.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da ra, Multipolygon SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
SECCIONA DA	Ordena fluxos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e indicando os trechos em que a ultrapassagem e a transposição são permitidas.			3.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito

Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_estac	Char	10	Código para identificar cada linha seccionada.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da sinalização	Automático	O endereço serão o nome da via onde a linha está localizada.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da linha seccionada, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
LOMBADA	São ondulações transversais utilizadas em locais onde se pretenda reduzir a velocidade do veículo, de forma imperativa.			4.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_lombada	Char	10	Código para identificar cada lombada (Quebra-molas).	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da lombada	Automático	O endereço será o mais próximo da sinalização preenchido automaticamente por funções.	Não nulo
Complemento	Char	50	Complemento do Endereço	Preencher	Referência da localização.	Nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da linha lombada, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
BORDO	Faixa que delimita, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais.			5.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_bordo	Char	10	Código para identificar cada linha de bordo.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do	

					nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da linha de bordo.	Automático	Será via onde a linha de bordo delimita.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da linha de bordo, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
CONTÍNUA	Corresponde às linhas sem interrupção, aplicadas em trecho específico de pista.			6.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_continua	Char	10	Código para identificar cada linha continua.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da linha da contínua.	Automático	Será a via onde a linha contínua está localizada.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da linha de bordo, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
FX_PEDES TRE	Área destinada à travessia de pedestres.			7.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_fx_pedestre	Char	10	Código para identificar cada faixa de pedestre.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da faixa de pedestre.	Automático	O endereço será o mais próximo da sinalização preenchido automaticamente por funções.	Não nulo
Complemento	Char	50	Complemento do Endereço	Preencher	Referência da localização da faixa de pedestre.	Nulo
Semaforizada	Char	5	Se contém semáforo na faixa de pedestre.	Preencher	Terá duas opções: 'Sim' ou 'Não'	Nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da faixa de pedestre, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
RETENÇÃO	Faixa que indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo.			8.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_retencao	Char	10	Código para identificar cada faixa de retenção.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da faixa de retenção.	Automático	O endereço será o mais próximo da sinalização preenchido automaticamente por funções.	Não nulo
Complemento	Char	50	Complemento do Endereço	Preencher	Referência da localização da faixa de retenção.	Nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da faixa de retenção, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
APROXIMAÇÃO	Faixa que regulamentando as situações em que são proibidas a ultrapassagem e a transposição de faixa de trânsito.			9.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_aproximacao	Char	10	Código para identificar cada faixa de aproximação.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da faixa de aproximação.	Automático	O endereço será o mais próximo da sinalização preenchido automaticamente por funções.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da faixa de aproximação, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
ZEBRADO	Preenchimento da área de pavimento não utilizável.			10.0	Linha	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de	

			geográfica.		dados.	Não nulo
Cod_zebrado	Char	10	Código para identificar cada linha continua.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Endereço	Char	80	Endereço da linha do zebrado	Automático	Será a via onde o zebrado está localizado.	Não nulo
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da linha de bordo, Multilinestring SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
VIA	Superfícies por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central.			11.0	Polígono	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Gid	Int	11	Número identificador da informação geográfica.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados	Não nulo
Cod_via	Char	10	Código para identificar cada via.	Automático	Código formado pela as primeiras letras do nome da classe e um número sequencial.	Não nulo
Classificação	Char	20	Classifica as vias em arterial, coletora e local.	Preencher	A classificação das vias está regulamentada em portaria do DETRAN-DF.	Não nulo
Sentido	Char	10	Sentido de circulação da via.	Preencher	O sentido terá duas opções: “Duplo” e “Único”.	Nulo
N_faixa_rolam	Int	2	Quantidade de Faixas de rolamento existente na via.	Preencher	-	Não nulo
Nome_via	Char	30	Nome da via.	Preencher	-	Não nulo
Velocidade	Char	5	Velocidade regulamentada da via	Preencher	-	Não nulo
Comprimento	Num	(5,3)	Dimensão da via.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo
Largura	Num	(5,3)	Média da largura da via.	Automático	Preenchimento automático.	Não nulo
Cod_ra	Char	10	Código para identificar a cidade.	Automático	Código da região administrativa.	
The_geom	Geom	-	Representação geográfica da via, Multipolygon SRID 31983.	Automático	Campo preenchido automático por funções espaciais.	Não nulo

Classe	Descrição	Código	Primitiva Geométrica
	Tabelas que armazena informações referente à metragem	12.0	-

SINALIZAÇÃO	das sinalizações.					
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Cod_sinalizacao	Char	10	Código das Sinalizações.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados.	Não nulo
Comprimento	Num	(5,3)	Comprimento das faixas.	Automático	Cada sinalização terá seu comprimento conforme suas características.	Não nulo
Largura	Num	(5,3)	Largura das faixas.	Automático	Cada sinalização terá sua largura conforme suas características.	Não nulo
Qtde	Num	(5,3)	Quantidade faixas da sinalização.	Automático	Depende da sinalização.	Não nulo
Cod_via	Char	10	Código da via de onde se encontra a sinalização.	Automático	Esse código é o mesmo da via.	

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
SERVIÇO	Armazenas informações referente a revitalização das sinalizações.			13.0	-	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Coc_servico	Int	11	Número identificador do serviço executado.	Automático	Campo preenchido pelo o banco de dados.	Não nulo
Dt_execucao	Date	-	Data em que foi executada a revitalização.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Dt_garantia	Date	-	Data final da garantia de uma sinalização.	Automático	Preenchido conforme garantia de cada sinalização.	Não nulo
Situação	Char	6	Verifica se a pintura foi em toda a via ou apenas uma sinalização.	Preencher	Terá duas opções: “toda via” ou “em parte”.	Não nulo
Sinalização	Char	10	Código da sinalização que foi sinalizada.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Material	Int	11	Material utilizado na sinalização.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Empresa_execut	Int	11	Código da empresa que executor do serviço de sinalização.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
MATERIAL	Tinta utilizada para revitalizar sinalizações.			14.0	-	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito

Cod_material	Int	11	Número identificador do material.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados.	Não nulo
Descrição	Char	20	Descrição de cada material (tinta).	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Valor	Real	-	Valor de cada material	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
EMPRESA_EXECUTORA	Empresa contrata para executar serviços de sinalização.			15.0	-	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Cod_empresa	Int	11	Número identificador da empresa.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados.	Não nulo
CNPJ	Char	18	CNPJ da empresa.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Nome	Char	50	Nome fantasia da empresa.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo

Classe	Descrição			Código	Primitiva Geométrica	
LOTE	Um conjunto de região administrativa pertencente ao contrato de uma empresa.			16.0	-	
Atributo	Tipo	Tam	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Cod_lote	Int	11	Número identificador do lote.	Automático	Campo preenchido automático pelo o banco de dados.	Não nulo
Ra	Char	20	Nome da região administrativa.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo
Cod_empresa	Int	11	Código da empresa a que pertence o lote.	Preencher	Preenchido através de um sistema paralelo.	Não nulo